

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-101515

(43)Date of publication of application : 04.04.2003

(51)Int.Cl.

H04J 15/00

H04Q 7/36

(21)Application number : 2001-292343

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 25.09.2001

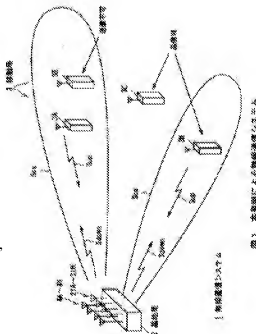
(72)Inventor : TAKANO HIROAKI

## (54) RADIO COMMUNICATION SYSTEM, BASE STATION, MOBILE STATION, TRANSMISSION CONTROL METHOD AND PROGRAM STORAGE MEDIUM

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a radio communication system which uses both PDMA and CSMA methods and can improve the frequency usage efficiency.

**SOLUTION:** While a base station 2 transmits a second radio wave Scs towards the incoming direction of a first radio wave Sup, mobile stations 3 conduct carrier-sensing to the second radio wave Scs, and transmit the first radio wave Sup only when they do not receive the second radio wave Scs. According to this arrangement, simultaneous transmission by mobile stations 3 each other, which cannot separate signals because of small direction difference from the base station 2, is prevented, and space division multiplex is conducted to mobile stations 3 each other, which have large direction difference from the base station 2. Hence, the frequency usage efficiency can be improved.





US 20030060169A1

(19) **United States**(12) **Patent Application Publication** (10) **Pub. No.: US 2003/0060169 A1****Takano**(43) **Pub. Date:****Mar. 27, 2003**(54) **RADIO COMMUNICATIONS SYSTEM, BASE STATION, MOBILE STATION, TRANSMISSION CONTROL METHOD, AND TRANSMISSION CONTROL PROGRAM****Publication Classification**(51) **Int. Cl.<sup>7</sup>** ..... **H04B 1/00; H04M 1/00;**..... **H04B 7/00; H04B 1/38**(52) **U.S. Cl.** ..... **455/69; 455/550; 455/561**(75) **Inventor:** **Hiroaki Takano, Saitama (JP)**(57) **ABSTRACT**

Correspondence Address:

**OBLON, SPIVAK, MCCLELLAND, MAIER &  
NEUSTADT, P.C.  
1940 DUKE STREET  
ALEXANDRIA, VA 22314 (US)**(73) **Assignee:** **Sony Corporation, Shinagawa-ku,  
TOKYO 141-0001 (JP)**(21) **Appl. No.:** **10/252,695**(22) **Filed:** **Sep. 24, 2002**(30) **Foreign Application Priority Data**

Sep. 25, 2001 (JP) ..... 2001-292343

A radio communications system which can improve the frequency utilization efficiency by combined use of the PDMA system and the CSMA system. Concurrently with the transmission of a second radio wave by the base station in the arrival direction of a first radio wave, carrier sense is performed by mobile stations in regard to the second radio wave. By designing the system so that the first radio wave is transmitted only when the second radio wave is not received, simultaneous transmissions are prevented among those mobile stations which have such small directional differences from the base station that signals cannot be separated, while those mobile stations with large directional differences from the base station are carried out space-division multiplexing. In this way, the frequency utilization efficiency can be improved.

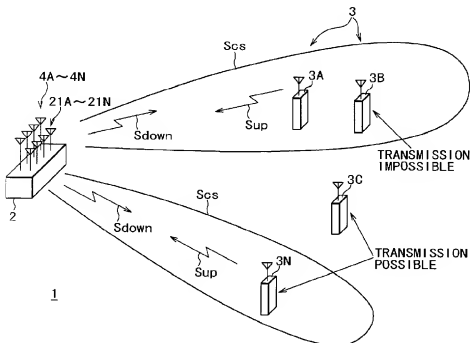


FIG. 1

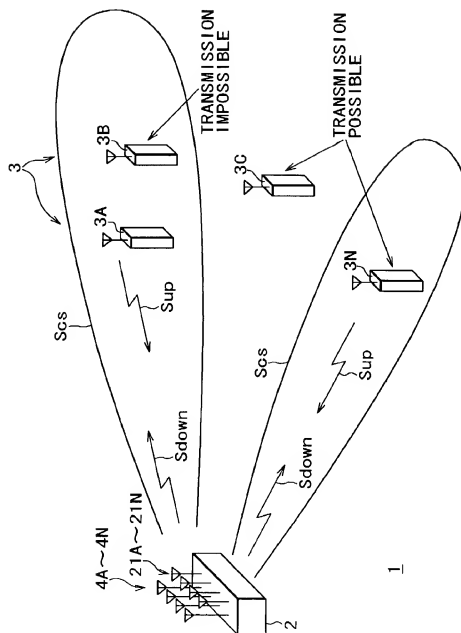


FIG. 2

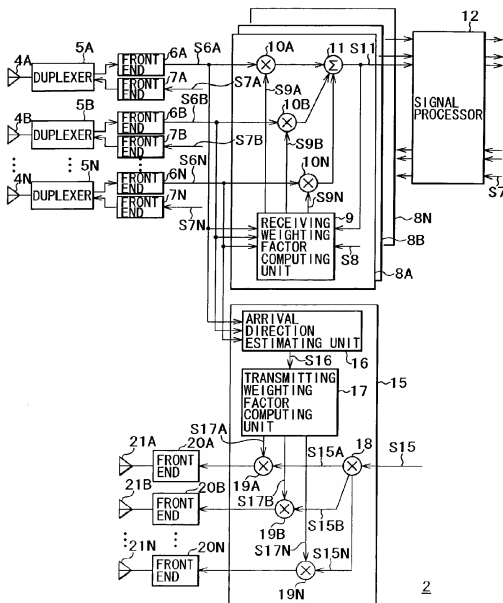


FIG. 3

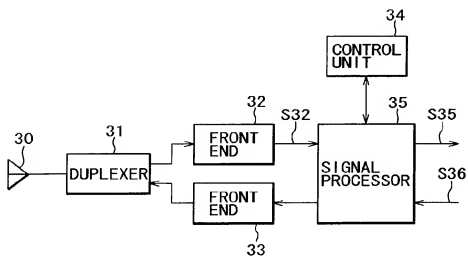
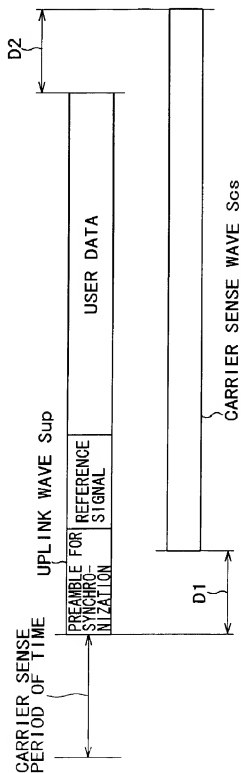


FIG. 4



# **RADIO COMMUNICATIONS SYSTEM, BASE STATION, MOBILE STATION, TRANSMISSION CONTROL METHOD, AND TRANSMISSION CONTROL PROGRAM**

## **CROSS REFERENCE TO RELATED APPLICATIONS**

**[0001]** The present document is based on Japanese Priority Document JP2001-292343, filed in the Japanese Patent Office on Sep. 25, 2001, the entire contents of which being incorporated herein by reference.

## **BACKGROUND OF THE INVENTION**

**[0002]** 1. Field of the Invention

**[0003]** The present invention relates to a radio communications system, a base station, a mobile station, a transmission control method, and a transmission control program; for example, the present invention is suitable for application to a radio communications system employing a space-division multiplexing system.

**[0004]** 2. Description of the Related Art

**[0005]** Recent years have seen an increase in traffic having high-speed and high burst property such as packet communications. As a radio communications system accommodating traffic of such high burst property, there is available the TDMA/TDD system fixedly performing frequency allocation which often entails inconvenience.

**[0006]** Consequently, as a multiple access system for applying a radio communications system having traffic of high burst property, the CSMA (Carrier Sense Multiple Access) system may be considered. In this CSMA system, if a mobile station desires to carry out transmission, whether or not any other mobile station is in the process of performing the transmission is determined in advance by carrying out reception of a carrier wave (this operation is referred to as "carrier sense"); and if a received power is less than a predetermined value, it is considered that the other mobile station is not in the process of performing the transmission (this status is referred to as "idle"), hence, the transmission is carried out.

**[0007]** On the other hand, if the received power from the mobile station exceeds the predetermined value, it is determined that the other mobile station is in the process of performing the transmission (this status is called "busy"), so that the station starts its transmission after the transmission of the other mobile station is complete or after a lapse of random time.

**[0008]** By these operations, the CSMA system makes effective use of an allocated frequency for traffic of high burst property, thereby contributing to improving the frequency utilization efficiency.

**[0009]** Now, on the other hand, techniques of improving receiving property by controlling the directivity of an antenna with an adaptive array antenna to eliminate interference waves and other factors are under research.

**[0010]** Take a radio communications system based on the TDMA/TDD (Time Division Multiple Access/Time Division Duplex) system for instance. It is considered to employ the TDD characteristic of utilizing the same frequency for

both transmission and reception so that the transmission may be made by applying the directivity of an array antenna which is obtained when the base station receives a signal from the mobile station. Installation of the array antenna in the base station makes it possible to gain effects of the adaptive array antenna in both transmission and reception even if a normal omnidirectional antenna is provided in the mobile station.

**[0011]** Further, the PDMA (Path Division Multiple Access) system which divides a space by controlling the directivity by means of the adaptive array antenna so as to use the same frequency simultaneously has been considered. For example, if the PDMA system is applied to a communications system of the TDMA/TDD method having a total of 8 slots with 4 slots for uplink (transmission from the mobile stations to the base station) and 4 slots for downlink (transmission from the base station to the mobile stations), communications between a plurality of mobile stations and the base station can be carried out within one slot, thus enabling the frequency utilization efficiency to be improved as a whole.

**[0012]** In the PDMA system, since space division is performed by employing the directivity of an array antenna, it must be noted that if the PDMA system has directions of the two mobile stations in close proximity when viewed from the base station, the same slot cannot be allocated to these two mobile stations.

**[0013]** Consequently, the radio communications system in accordance with the PDMA system is so designed that the base station preliminarily detects the direction of each mobile station so as to allocate the same slot to those mobile stations having a certain degree of angular difference.

**[0014]** If the CSMA system is applied to the above-mentioned PDMA system, a further improvement of the frequency utilization efficiency can be possibly accomplished.

**[0015]** However, the PDMA system is based on the premise of application to the TDMA/TDD system, and not suited to traffic with high burst property such as packet communications suitable for the CSMA system.

**[0016]** Namely, in the CSMA system, since the transmission from other mobile stations is inhibited while the transmission is being carried out by one mobile station, the base station cannot detect an azimuth of plural base stations at the same moment. Herein lies a problem that space division multiplexing by means of the PDMA system is not applicable at least to the uplink.

## **SUMMARY OF THE INVENTION**

**[0017]** The present invention has been made in view of an above-mentioned need and proposes a radio communications system, a base station, a mobile station, a transmission control method and a transmission control program which can improve the frequency utilization efficiency by combined use of the PDMA system and the CSMA system.

**[0018]** In the present invention which provides ways and means of coping with the need, a radio communications system comprises a base station and a plurality of mobile stations carrying out communications with the base station. The base station comprises a first radio wave receiving

means for receiving a first radio wave transmitted by a mobile station, an arrival direction detecting means for detecting an arrival direction of the first radio wave received, and a second radio wave transmitting means for transmitting, upon receiving the first radio wave, a second radio wave having a frequency different from a frequency of the first radio wave in the arrival direction of the first radio wave detected. Each of the mobile station comprises a first radio wave transmitting means for transmitting a first radio wave, a second radio wave receiving means for receiving a second radio wave, and a transmission control means for controlling the first radio wave transmitting means so as to stop the transmission of the first radio wave, when the second radio wave receiving means is receiving the second radio wave.

[0019] The system is so designed that while the base station transmits the second radio wave in the arrival direction of the first radio wave, the mobile stations perform carrier sense with respect to the second radio wave and the first radio wave is transmitted only when the second radio wave is not being received. As a result, simultaneous transmissions are prevented among those mobile stations having too small directional differences with the base station to separate signals, and space division multiplexing is performed with respect to those mobile stations having large directional differences, thereby improving the frequency utilization efficiency.

[0020] Further, other objects and effects of the present invention will be apparent from the following detailed description.

[0021] As apparent from the above-mentioned description, it is a feature and advantage of the radio communications system according to the present invention that the base station transmits the second radio wave in the arrival direction of the first radio wave, while, at the same time, the mobile station performs carrier sense operation with respect to the second radio wave so that the first radio wave is transmitted only when the second radio wave is not being received, whereby simultaneous transmissions are prevented among those mobile stations having too small directional differences with the base station to separate signals, space-division multiplexing being performed with respect to those mobile stations having large directional differences with the base station. In this manner, improvement of the frequency utilization efficiency of a radio communications system can be accomplished.

#### BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

[0022] FIG. 1 is a schematic diagram showing the overall configuration of a radio communications system according to the present invention;

[0023] FIG. 2 is a block diagram showing the configuration of a base station according to the present invention;

[0024] FIG. 3 is a block diagram showing the configuration of a mobile station according to the present invention; and

[0025] FIG. 4 is a schematic diagram showing transmitting timing of a carrier sense wave.

#### DETAILED DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENT

[0026] An embodiment of the present invention will now be described below with reference to the accompanying drawings.

[0027] 1. Configuration of a Radio Communications System

[0028] In FIG. 1, there is shown a radio communications system 1 according to the present invention which comprises a base station 2 having an adaptive array antenna and a plurality of mobile stations 3 (3A-3N), each carrying a omnidirectional antenna.

[0029] The radio communications system 1 is so designed to improve frequency utilization efficiency by jointly employing multiple accesses according to the CSMA system and space-division multiple accesses according to the PDMA system.

[0030] Namely, each of the mobile stations 3, prior to transmitting an uplink wave Sup, performs carrier sense with respect to carrier sense wave Scs, which is a characteristic feature of the present invention, and only when it is determined after performing carrier sense operation that those mobile stations 3 located in the vicinity are not carrying out any transmission, the omnidirectional transmission of the uplink wave Sup to the base station 2 is performed.

[0031] The base station 2 receives the uplink wave Sup as a first radio wave and detects its arrival direction according to, for example, the Standard MMSE (Minimum Mean Square Error). Then, the base station 2 directs a downlink wave Sdown, via the adaptive array antenna, in the arrival direction of the uplink wave Sup, and transmits it.

[0032] Simultaneously, at this instant, the base station 2 directs a carrier sense wave Scs having a frequency different from a frequency of the downlink wave Sdown in the arrival direction of the uplink wave Sup and transmits it.

[0033] In this manner, the base station 2 transmits the carrier sense wave Scs as a second radio wave in a direction toward the mobile station 3 transmitting the uplink wave Sup. And the other mobile stations 3, by performing a carrier sense operation on this carrier sense wave Scs, prevents simultaneous transmissions among those mobile stations 3 whose azimuth from the base stations are in close proximity to one another, thus realizing simultaneously the CSMA system and the PDMA system.

[0034] 2. Base Station Configuration

[0035] Next, referring to FIG. 2, configuration of the base station 2 will be described.

[0036] FIG. 2 shows the base station 2 according to the present invention including transmitting/receiving antenna elements 4A-4N constituting as a whole an array antenna of N-elements. There are receiving front ends 6A-6N and transmitting front ends 7A-7N respectively connected to the transmitting/receiving antenna elements 4A-4N via respective duplexers 5A-5N.

[0037] After the amplification, frequency conversion, and demodulation of the uplink wave Sup received via respective antenna elements 4A-4N, the receiving front ends 6A-6N carry out digital conversion to generate received signals S6A-S6N. These signals are supplied to M units of receiving adaptive array processors 8A-8M having the same configuration.

[0038] The receiving adaptive array processors 8A-8M as a first radio wave receiving means function independently of

one another and respectively receive the uplink waves Sup arriving from M directions independently.

[0039] Namely, a receiving weighting factor computing unit 9 of the receiving adaptive array processors 8A-8M calculates proper weighting factors S9A-S9N for received signals S6A-S6N based on the received signals S6A-S6N, a post-synthesis received signal S11 outputted from an adder 11 in a later phase, and a reference signal S8 consisting of existing correct signals, and supplies respective factors to corresponding weighting factor multipliers 10A-10N.

[0040] After multiplying respective received signals S6A-S6N by the weighting factors S9A-S9N, the weighting factor multipliers 10A-10N outputs the values obtained to the adder 11. The adder 11 controls the receiving directivity of the entire transmitting/receiving antenna elements 4A-4N by synthesizing the received signals S6A-S6N to generate the received signals S11.

[0041] In this manner, the receiving adaptive array processors 8A-8M spatially separate those uplink waves Sup transmitted from respective corresponding mobile stations 3 from the other uplink waves Sup and receive them.

[0042] A signal processor 12 inputs the received signals S11 outputted from respective receiving adaptive array processors 8A-8M, performs error correction, decoding, and other processing for respective signals, then outputs them to a circuit of a later phase.

[0043] In addition, the signal processor 12, after applying various processing such as error correction and coding to transmitting signals S7 inputted from the circuit of the previous phase, supplies them to the M units of the transmitting adaptive array processors (not illustrated) having the same configuration.

[0044] Each transmitting adaptive array processor separates respective transmitting signals S7 into respective transmitting signals of the N systems. These signals are then multiplied by the corresponding weighting factors S9A-S9N calculated in the corresponding receiving adaptive array processors 8A-8M and supplied as transmitting signals S7A-S7N to corresponding transmitting front ends 7A-7N.

[0045] After carrying out processing such as analog conversion, modulation, frequency conversion, and amplification processing on respective transmitting signals S7A-S7N, the transmitting front ends 7A-7N supplies them as downlink waves Sdown via corresponding transmitting/receiving antenna elements 4A-4N.

[0046] In this manner, the transmitting adaptive array processors spatially separate the uplink waves Sup and transmit them to respective corresponding mobile stations 3.

[0047] In addition to the configuration described above, for purposes of transmitting the above-mentioned carrier sense waves Scs, there are available in the base station 2 a carrier sense wave adaptive array processor 15 as well as carrier sense wave antenna elements 21A-21N as a second radio wave transmitting means.

[0048] An arrival direction estimating unit 16 of the carrier sense wave adaptive array processor 15 calculates respective arrival directions (i.e., a direction of each mobile station 3 in the process of performing the transmission) of the uplink waves Sup transmitted by the mobile stations 3

based on the received signals S6A-S6N, and supplies them to a transmitting weighting factor computing unit 17 as arrival direction information S16.

[0049] The transmitting weighting factor computing unit 17 calculates weighting factors S17A-S17N so that sharp directivity will generate, respectively, in a plurality of arrival directions indicated with the arrival direction information S16 and supplies respective data to corresponding weighting factor multipliers 19A-19N.

[0050] A weighting factor for providing directivity in one direction is expressed by the following equation:

$$W(\theta(1)) = \{1, \exp(j^2 k^2 d^2 \sin^2 \theta(1)), \exp(j^2 k^2 2 d^2 \sin^2 \theta(2)), \dots, \exp(j^2 k^2 (N-1) d^2 \sin^2 \theta(1))\} \quad (1)$$

[0051] where  $k$  is  $2\pi/\lambda$ ,  $d$  is an interval between antenna elements, and  $N$  is the number of antenna elements.

[0052] And the weighting factor for providing directivity in a plurality of directions is expressed by the following equation:

$$W = W(\theta(1)) + W(\theta(2)) + W(\theta(3)) \quad (2)$$

[0053] where its directions are  $\theta(1)$ ,  $\theta(2)$ , and  $\theta(3)$ .

[0054] Based on equation (2), the transmitting weighting factor computing unit 17 calculates the weighting factors S17A-S17N so that sharp directivity will generate in a plurality of arrival directions.

[0055] On the other hand, a distributor 18 of the carrier sense wave adaptive array processor 15 separates a carrier sense wave signal S1 comprising a sinusoidal wave supplied from a signal generator (not illustrated) into transmitting signals S15A-S15N of the N systems and supplies them to respective corresponding weighting factor multipliers 19A-19N.

[0056] The weighting factor multipliers 19A-19N, after multiplying respective transmitting signals S15A-S15N by the weighting factors S17A-S17N, supply the values obtained to corresponding front ends 20A-20N for carrier sense wave.

[0057] After carry out analog conversion, modulation, frequency conversion, and amplification processing on respective transmitting signals S15A-S15N, the front ends 20A-20N for carrier sense wave transmit the values obtained as carrier sense waves Scs via corresponding carrier sense wave antenna elements 21A-21N.

[0058] In this manner, the base station 2 transmits carrier sense waves Scs in the arrival directions of uplink waves Sup.

[0059] 3. Configuration of the Mobile Station

[0060] Next, referring to FIG. 3, configuration of the mobile station 3 will be described.

[0061] FIG. 3 shows a mobile station 3. To a transmitting antenna element 30, there are respectively connected a receiving front end 32 and a transmitting front end 33 via an antenna duplexer 31.

[0062] The receiving front end 32 carries out amplification, frequency conversion, and modulation on the downlink wave Sdown and the carrier sense wave Scs received via the transmitting/receiving antenna element 30, then, performs

digital conversion to generate a received signal S32 to be supplied to the signal processor 35 as a second radio wave receiving means.

[0063] The signal processor 35 applies frequency analysis such as FFT (Fast Fourier Transform) to the received signal S32 and separates it into a component of the downlink wave Sdown and a component of the carrier sense wave Scs.

[0064] And the signal processor 35 generates a downlink received signal S35 by treating the separated component of the downlink wave Sdown with various processing such as error correction and decoding, and outputs it to a circuit of the later phase. Also, the signal processor 35 supplies received power information of the separated carrier sense wave Scs to a control unit 34.

[0065] Further, after carrying out various processing such as error correction and coding on transmitting signals S36 inputted from the circuit of the previous phase, the signal processor 35 as a first radio wave transmitting means supplies them to the transmitting front end 33. The transmitting front end 33 applies the analog conversion, demodulation, frequency conversion, and amplification processing to respective transmitting signals S36 and transmits them as the uplink wave Sup via the transmitting/receiving antenna element 30.

[0066] At this point, the control unit 34 as a transmission control means, according to a transmission control program stored in a built-in ROM (Read Only Memory), performs carrier sense operation with respect to the carrier sense wave Scs prior to the transmission of the uplink wave Sup.

[0067] Namely, the control unit 34 of the mobile station 3 compares the received power level of the carrier sense wave Scs with a predetermined received power reference value. Should the received power level of the carrier sense wave Scs fall below the received power reference value, the control unit 34 determines that the carrier sense wave Scs is not transmitted in the direction of the mobile station 3, with no presence of other mobile stations 3 in the process of performing the transmission in the direction of the mobile station 3 when viewed from the base station 2, and thereby controls the signal processor 35 to cause the uplink wave Sup to be transmitted.

[0068] If, on the other hand, the received power level of the carrier sense wave Scs exceeds the received power reference value, the control unit 34 of the mobile station 3 determines that the carrier sense wave Scs is being transmitted in the direction of the mobile station 3 with the presence of other mobile stations 3 in the process of performing the transmission in the direction of the mobile station 3 when viewed from the base station 2, and thereby controls the signal processor 35 to stop the transmission of the uplink wave Sup.

[0069] 4. Carrier Sense Operation in the Radio Communications System

[0070] Again, referring to FIG. 1, carrier sense operation in the radio communications system according to the present invention will be described in detail.

[0071] In the radio communications system 1, if a mobile station 3A is to start transmitting the uplink wave Sup, the mobile station 3A will perform carrier sense operation to the carrier sense wave Scs during a carrier sense period of time shown in FIG. 4.

[0072] If it is determined as a result of carrier sense operation that no carrier sense wave Scs has been transmitted in the direction of the mobile station 3A, the mobile station 3A carries out the omnidirectional transmission of the uplink wave Sup of packet structure shown in FIG. 4.

[0073] Upon receiving the uplink wave Sup from the mobile station 3A, the base station 2 directs synthetic directivity of the transmitting/receiving antenna elements 4A-4N in the direction of the mobile station 3A, and at the same time, after a lapse of predetermined standby time D1, transmits the carrier sense wave Scs from the carrier sense antenna elements 21A-21N in the direction of the mobile station 3A.

[0074] Under these circumstances, a mobile station 3B having a small directional difference with the mobile station 3A when viewed from the base station 2 has such a high received power level of the carrier sense wave Scs that the transmission is in the impossible state, whereas the mobile stations 3C-3N having large directional differences with the mobile station 3A have such low received power levels of the carrier sense waves Scs that the transmission is in the possible state.

[0075] Further, when the mobile station 3N in the transmission possible state transmits the uplink wave Sup, the base station 2 responds by transmitting the carrier sense waves Scs in the directions of the mobile stations 3A and 3N.

[0076] Still further, when the reception of the uplink wave Sup stops, after a lapse of standby time D2, the base station 2 stops transmitting the carrier sense waves Scs.

[0077] 5. Operation and Effect

[0078] In the above-mentioned configuration, the mobile station 3 of the radio communications system 1 carries out carrier sense operation with respect to the carrier sense wave Scs prior to transmitting the uplink wave Sup.

[0079] If the received power level of the carrier sense wave Scs falls below the received power reference value, the mobile station 3 starts transmitting the uplink wave Sup on an assumption that the carrier sense wave Scs is not transmitted by the base station 2 in the direction of the mobile station 3 with no presence of other mobile stations in the process of performing the transmission in the direction of the mobile station 3 when viewed from the base station 2.

[0080] Upon receiving the uplink wave Sup, the base station 2 transmits a carrier sense wave Scs of sharp directivity in the arrival direction of the uplink wave Sup.

[0081] If, on the other hand, the received power level of the carrier sense wave Scs exceeds the received power reference value, the mobile station 3 stops transmitting the uplink wave Sup on an assumption that the carrier sense wave Scs is being transmitted from the base station 2 in the direction of the mobile station 3 with the presence of other mobile stations 3 in the process of performing the transmission in the direction of the mobile station 3 when viewed from the base station 2.

[0082] In the configuration described above, the base station 2 is designed to transmit the carrier sense wave Scs in the arrival direction of the uplink wave Sup. At the same time, the mobile station 3 is designed to perform carrier sense operation with respect to the carrier sense wave Scs,

so that if the received power thereof falls below the predetermined value, the uplink wave Sup is transmitted, and if the received power thereof exceeds the predetermined value, the transmission of the uplink waves Sup is stopped, thereby preventing simultaneous transmissions among those mobile stations 3 having too small directional differences when viewed from the base station 2 to separate signals. In case of those mobile stations 3 having large directional differences when viewed from the base station 2, space-division multiplexing by means of the FDMA system can be implemented.

[0083] 6. Other Embodiments

[0084] In the preferred embodiment described above, the adaptive array antenna is employed to transmit the downlink wave Sdown and the carrier sense wave Scs and to receive the uplink wave Sup. While the invention has been particularly shown and described with reference to the preferred embodiment, it will be understood that the present invention is not limited thereto with various modifications to be made therein. For example, a sector antenna constituted by a plurality of antenna elements having directivity may be put to use. In this case, too, the carrier sense wave Scs can be transmitted with directivity in the arrival direction of the uplink wave Sup, and the same effects as the preferred embodiment can be achieved.

[0085] Further, in the above-mentioned embodiment, it is so designed that the carrier sense operation is performed according to a transmission control program stored in a ROM built in the control unit 34 of each mobile station 3 so as to implement transmission control of the uplink wave Sup. The present invention is not limited in its application. Another modification may include implementation of the transmission control by installing in the mobile stations 3 a program storage medium in which the transmission control program is stored.

[0086] For program storage media for installing the transmission control program in the mobile stations 3, there are, for example, not only package media such as a floppy disc, a CD-ROM (Compact Disc-Read Only Memory), and a DVD (Digital Versatile Disc) but also a semiconductor memory, a magnetic disc, and other media in which the transmission program can be temporarily or permanently stored.

What is claimed is:

1. A radio communications system comprising of a base station and a plurality of mobile stations carrying out communications with said base station, wherein:

said base station comprises:

- a first radio wave receiving means for receiving a first radio wave transmitted by said mobile stations;
- an arrival direction detecting means for detecting an arrival direction of said first radio wave received;
- a second radio wave transmitting means for transmitting, when said first radio wave is received, a second radio wave having a different frequency from a frequency of said first radio wave in the arrival direction of said first radio wave detected; and

said mobile stations, each comprises:

- a first radio wave transmitting means for transmitting said first radio wave;
- a second radio wave receiving means for receiving said second radio wave; and
- a transmission control means for stopping, when said second radio wave is being received by said second radio wave receiving means, the transmission of said first radio wave by controlling said first radio wave transmitting means.

2. A radio communications system according to claim 1, wherein:

said first radio wave receiving means and said second radio wave transmitting means comprise an adaptive array antenna.

3. A base station carrying out communications with a plurality of mobile stations, comprising:

- a first radio wave receiving means for receiving a first radio wave transmitted by said mobile stations when said mobile stations are not receiving a predetermined second radio wave;
- an arrival direction detecting means for detecting the arrival direction of said first radio wave received; and
- a second radio wave transmitting means for transmitting, when said first radio wave is received, said second radio wave having a different frequency from a frequency of said first radio wave in the arrival direction of said first radio wave detected.

4. A base station according to claim 3, wherein:

said first radio wave receiving means and said second radio wave transmitting means comprise an adaptive array antenna.

5. A transmission control method, comprising:

- an arrival direction detecting step of detecting an arrival direction of a first radio wave transmitted by a predetermined mobile station when said mobile station is not receiving a predetermined second radio wave; and
  - a second radio wave transmitting step of transmitting, in the arrival direction of said first radio wave detected, said second radio wave having a frequency different from a frequency of said first radio wave.
6. A mobile station carrying out communications with a base station comprising:

- a first radio wave transmitting means for transmitting a first radio wave;
  - a second radio wave receiving means for receiving a second radio wave transmitted by said base station in an arrival direction of said first radio wave when said base station is receiving said first radio wave; and
  - a transmission control means for stopping, when said second radio wave means is receiving said second radio wave, the transmission of said first radio wave by controlling said first radio wave transmitting means.
7. A transmission control method by a mobile station for controlling transmission of a radio wave, said method comprising the steps of:

receiving a second radio wave transmitted from said base station in an arrival direction of a first radio wave when said base station is receiving said first radio wave;

permitting transmission of said first radio wave when said second radio wave is not being received from said base station; and

inhibiting transmission of said first radio wave when said second radio wave is being received from said base station.

8. A transmission control program by a mobile station for controlling transmission of a radio wave, said program comprising the steps of:

receiving a second radio wave transmitted from said base station in an arrival direction of a first radio wave when said base station is receiving said first radio wave;

permitting the transmission of said first radio wave when said second radio wave is not being received from said base station; and

inhibiting the transmission of said first radio wave when said second radio wave is being received from said base station.

\* \* \* \* \*

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-101515

(P2003-101515A)

(43) 公開日 平成15年4月4日(2003.4.4)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マ-コ-ド <sup>7</sup> (参考)
H 0 4 J 15/00		H 0 4 J 15/00	5 K 0 2 2
H 0 4 Q 7/36		H 0 4 B 7/26	1 0 5 D 5 K 0 6 7

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2001-292343(P2001-292343)	(71) 出願人	000002185 ソニー株式会社 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号
(22) 出願日	平成13年9月25日(2001.9.25)	(72) 発明者	高野 裕昭 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号 ソニー株式会社内
		(74) 代理人	100082740 弁理士 田辺 卓基
		F タ-ム (参考)	5K022 FF00 5K067 AA03 CC01 EE02 EE10 EE22 EE46 GG01 KK02 KK03

(54) 【発明の名称】 無線通信システム、基地局、移動局、送信制御方法及びプログラム格納媒体

(57) 【要約】

【課題】 P D M A 方式と C S M A 方式とを併用した周波数利用効率を向上し得る無線通信システムを実現する。

【解決手段】 基地局 2 が第 1 の無線波 S up の到来方向に向けて第 2 の無線波 S cs を送信するとともに、移動局 3 が第 2 の無線波 S cs に対してキャリアセンスを行い、第 2 の無線波 S cs を受信していないときにのみ第 1 の無線波 S up を送信するようにしたことにより、基地局 2 からの方向差が小さく信号分離できない移動局 3 同士の同時送信を防止するとともに、基地局 2 からの方向差が大きい移動局 3 同士については空間分割多重を行い、これにより周波数利用効率を向上することができる。

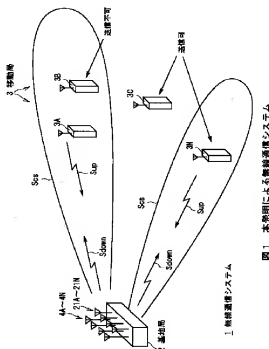


図 1 本発明による無線通信システム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基地局と、当該基地局との間で通信を行う複数の移動局からなる無線通信システムにおいて、

上記基地局は、

上記移動局から送信される第 1 の無線波を受信する第 1 の無線波受信手段と、

受信した上記第 1 の無線波の到来方向を検出する到来方向検出手段と、

上記第 1 の無線波を受信したとき、上記検出した上記第 1 の無線波の到来方向に向けて、当該第 1 の無線波とは

周波数が異なる第 2 の無線波を送信する第 2 の無線波送信手段とを具え、

上記移動局は、

上記第 1 の無線波を送信する第 1 の無線波送信手段と、上記第 2 の無線波を受信する第 2 の無線波受信手段と、

上記第 2 の無線波受信手段が上記第 2 の無線波を受信しているとき、上記第 1 の無線波送信手段を制御して上記

第 1 の無線波の送信を停止させる送信制御手段とを具えることを特徴とする無線通信システム。

【請求項 2】 上記第 1 の無線波受信手段及び上記第 2 の無線波送信手段はアダプティブアレーアンテナであるこ

とを特徴とする請求項 1 に記載の無線通信システム。

【請求項 3】 複数の移動局との間で通信を行う基地局において、

上記移動局が所定の第 2 の無線波を受信していないときに送信する、第 1 の無線波を受信する第 1 の無線波受信手段と、

受信した上記第 1 の無線波の到来方向を検出する到来方向検出手段と、

上記第 1 の無線波を受信したとき、上記検出した上記第 1 の無線波の到来方向に向けて、当該第 1 の無線波とは

周波数が異なる上記第 2 の無線波を送信する第 2 の無線波送信手段とを具えることを特徴とする基地局。

【請求項 4】 上記第 1 の無線波受信手段及び上記第 2 の無線波送信手段はアダプティブアレーアンテナであることを特徴とする請求項 3 に記載の基地局。

【請求項 5】 所定の移動局が所定の第 2 の無線波を受信していないときに送信する、第 1 の無線波の到来方向を検出する到来方向検出手段と、

上記検出した上記第 1 の無線波の到来方向に向けて、当該第 1 の無線波とは周波数が異なる上記第 2 の無線波を送信する第 2 の無線波送信手段とを具えることを特徴とする送信制御方法。

【請求項 6】 基地局との間で通信を行う移動局において、

第 1 の無線波を送信する第 1 の無線波送信手段と、上記基地局が上記第 1 の無線波を受信しているときに当該第 1 の無線波の到来方向に向けて送信する、第 2 の無線波を受信する第 2 の無線波受信手段と、

上記第 2 の無線波受信手段が上記第 2 の無線波を受信し

ているとき、上記第 1 の無線波送信手段を制御して上記第 1 の無線波の送信を停止させる送信制御手段とを具えることを特徴とする移動局。

【請求項 7】 所定の基地局に対する無線波の送信を制御する送信制御方法において、

上記基地局が第 1 の無線波を受信しているときに当該第 1 の無線波の到来方向に向けて送信する第 2 の無線波を受信し、

上記第 2 の無線波を受信していないとき、上記第 1 の無線波の送信を許可し、

上記第 2 の無線波を受信しているとき、上記第 1 の無線波の送信を禁止することを特徴とする送信制御方法。

【請求項 8】 所定の基地局が第 1 の無線波を受信しているときに当該第 1 の無線波の到来方向に向けて送信する第 2 の無線波を受信し、

上記第 2 の無線波を受信していないとき、上記第 1 の無線波の送信を許可し、

上記第 2 の無線波を受信しているとき、上記第 1 の無線波の送信を禁止することを特徴とする送信制御プログラムを送信装置に実行させるプログラム格納媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は無線通信システム、基地局、移動局、送信制御方法及びプログラム格納媒体に関し、例えば空間分割多重方式を適用した無線通信システムに適用して好適なものである。

【0002】

【従来の技術】 近年、パケット通信のように高速かつバースト性が高いトラヒックが増加している。このようなバースト性が高いトラヒックを収容する無線通信システムとしては、固定的な周波数割当を行う TDMA/TTDD 方式は不都合が多い。

【0003】

このため、バースト性が高いトラヒックが多い無線通信システムに適用するための多重アクセス方式として、CSMA (Carrier Sense Multiple Access: キャリアセンス多重アクセス) 方式が考えられている。かかる CSMA 方式においては、ある移動局が送信を行おうとする場合、これに先立って搬送波の受信を行って他の移動局が送信中であるかを調べ (これをキャリアセンスと呼ぶ)、受信電力が所定値未満の場合、他の移動局が送信中ではない (この状態をアイドルと呼ぶ) と判断して送信を行う。

【0004】 これに対して移動局は受信電力が所定値以上の場合、他の移動局が送信中であると判断し (この状態をビジーと呼ぶ)、他の移動局の送信が終了した後に自局の送信を開始する。あるいはランダム時間経過後に自局の送信を開始する。

【0005】 これにより CSMA 方式は、バースト性が高いトラヒックについて、割り当てられた周波数を有効に利用して周波数利用効率を向上させることができる。

【0006】一方、近年、アダプティブアレーンテナを用いてアンテナの指向性を制御して干渉波の除去等を行うことにより、受信特性を向上させる技術が研究されている。

【0007】例えば、TDMA/TDD (Time Division Multiple Access/Time Division Duplex: 時分割多重アクセス/時分割デュプレックス) 方式の無線通信システムにおいて、送受信とも同じ周波数を使用するというTDD方式の特徴を利用し、基地局が移動局からの信号を受信するときに求めたアレーンテナの指向性を送信時にも用いて送信することが考えられている。これにより、基地局にアレーンテナを搭載するだけで、移動局には通常の無指向性アンテナを搭載しても、送受信ともにアダプティブアレーンテナの効果を得ることができる。

【0008】さらに、アダプティブアレーンテナを用いて指向性を制御することにより、空間を分割して同一周波数を同時に利用するPDMA (Path Division Multiple Access: パス分割多重アクセス) 方式が考えられている。例えば、アップリンク (移動局から基地局) 4スロット、ダウンリンク (基地局から移動局) 4スロットの合計8スロットを有するTDMA/TDD方式の通信システムにPDMA方式を適用すれば、1つのスロット内で複数の移動局と基地局間の通信を行うことができ、全体として周波数利用効率を向上することができ

る。

【0009】ここで、PDMA方式はアレーンテナの指向性を用いて空間分割を行うため、基地局から見た2つの移動局の方向が近接している場合、この2つの移動局に対しては同じスロットを割り当てることができない。

【0010】このためPDMA方式を適用した無線通信システムにおいては、基地局が予め各移動局の方向を検出し、ある程度の角度差を有する移動局同士を同じスロットに割り当てるようになされている。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】ここで、上述したPDMA方式にCSMA方式を適用すれば、さらに周波数利用効率を向上し得ると考えられる。

【0012】ところがPDMA方式はTDMA/TDD方式に適用することを前提として考えられており、CSMA方式に適したパケット通信のようなバースト性の高いトラフィックには向いていない。

【0013】すなわちCSMA方式においては、ある移動局の送信中は他の移動局の送信が禁止されるため、基地局は同時に複数の基地局の方位角を検出することができず、このため少なくともアップリンクに関しては、PDMA方式による空間分割多重を適用し得ないという問題があった。

【0014】本発明は以上の点を考慮してなされたもの

で、PDMA方式とCSMA方式とを併用して周波数利用効率を向上し得る無線通信システム、基地局、移動局、送信制御方法及びプログラム格納媒体を提案しようとするものである。

【0015】

【課題を解決するための手段】かかる課題を解決するため本発明においては、基地局と、当該基地局との間で通信を行う複数の移動局からなる無線通信システムにおいて、基地局は、移動局から送信される第1の無線波を受信する第1の無線波受信手段と、受信した第1の無線波の到来方向を検出する到来方向検出手段と、第1の無線波を受信したとき、検出した第1の無線波の到来方向に向けて、第1の無線波とは周波数が異なる第2の無線波を送信する第2の無線波送信手段とを備え、移動局は、第1の無線波を送信する第1の無線波送信手段と、第2の無線波を受信する第2の無線波受信手段と、第2の無線波受信手段が第2の無線波を受信しているとき、第1の無線波送信手段を制御して第1の無線波の送信を停止させる送信制御手段とを備えるようにした。

【0016】基地局が第1の無線波の到来方向に向けて第2の無線波を送信するとともに、移動局が当該第2の無線波に対してキャリアセンスを行い、第2の無線波を受信していないときにのみ第1の無線波を送信するようにしたことにより、基地局からの方向差が小さく信号分離できない移動局同士の同時送信を防止するとともに、基地局からの方向差が大きい移動局同士については空間分割多重を行い、これにより周波数利用効率を向上することができ

る。

【0017】

【発明の実施の形態】以下図面について、本発明の一実施の形態を詳述する。

【0018】(1) 無線通信システムの全体構成

図1において、1は本発明による無線通信システムを示し、アダプティブアレーンテナを有する基地局2と、無指向性アンテナを有する複数の移動局3 (3A~3N) で構成される。

【0019】この無線通信システム1においては、CSMA方式による多重アクセスとPDMA方式による空間分割多重アクセスとを併用して周波数利用効率を向上するようになされている。

【0020】すなわち各移動局3は、アップリンク波S<sub>up</sub>の送信に先立ち、本願発明の特徴であるキャリアセンス波S<sub>cs</sub>に対してキャリアセンスを行い、キャリアセンスの結果近傍の移動局3が送信を行っていることを確認されたときにのみ、アップリンク波S<sub>up</sub>を基地局2に対して無指向性で送信する。

【0021】基地局2は第1の無線波としてのアップリンク波S<sub>up</sub>を受信し、その到来方向を例えばMMSE規範に従って検出する。そして基地局2はアダプティブアレーンテナを介し、ダウンリンク波S<sub>down</sub>を、アップ

リンク波 S<sub>up</sub>の到来方向に指向して送信する。

【0022】このとき同時に基地局 2 は、ダウンリンク波 S<sub>down</sub>とは異なる周波数のキャリアセンス波 S<sub>cs</sub>を、アップリンク波 S<sub>up</sub>の到来方向に指向して送信する。

【0023】かくして基地局 2 は、アップリンク波 S<sub>up</sub>を送信している移動局 3 の方向に、第 2 の無線波としてのキャリアセンス波 S<sub>cs</sub>を送信する。そして、他の移動局 3 はこのキャリアセンス波 S<sub>cs</sub>に対してキャリアセンスを行うことにより、基地局 2 からの方向が近接した移動局 3 間での同時送信を防止し、CSMA 方式と PDM A 方式とを同時に実現するようになされている。

【0024】(2) 基地局の構成

次に、基地局 2 の構成を図 2 を用いて説明する。

【0025】図 2 は本発明による基地局 2 を示し、全体として素子数 N のアレーアンテナを構成する送受信用アンテナ素子 4 A ~ 4 N を有している。この送受信用アンテナ素子 4 A ~ 4 N には、それぞれ対応するアンテナ共用器 5 A ~ 5 N を介して、受信用フロントエンド部 6 A ~ 6 N 及び送信用フロントエンド部 7 A ~ 7 N がそれぞれ接続されている。

【0026】受信用フロントエンド部 6 A ~ 6 N は、それぞれ送受信用アンテナ素子 4 A ~ 4 N を介して受信したアップリンク波 S<sub>up</sub>を増幅、周波数変換及び復調した後デジタル変換して受信信号 S 6 A ~ S 6 N を生成し、これを M 個の同一構成でなる受信用アダプティブアレー処理部 8 A ~ 8 M に供給する。

【0027】第 1 の無線波受信手段としての受信用アダプティブアレー処理部 8 A ~ 8 M はそれぞれ独立して動作し、M 個の方向から到来したアップリンク波 S<sub>up</sub>をそれぞれ独立して受信する。

【0028】すなわち、受信用アダプティブアレー処理部 8 A ~ 8 M の受信用重み係数算出部 9 は、受信信号 S 6 A ~ S 6 N、後段の加算器 11 から出力される合成後の受信信号 S 11、及び既知の正しい信号でなる参照信号 S 8 に基づいて、受信信号 S 6 A ~ S 6 N に対する適切な重み係数 S 9 A ~ S 9 N を算出し、それぞれを対応する重み係数乗算器 10 A ~ 10 N に供給する。

【0029】重み係数乗算器 10 A ~ 10 N は、それぞれ受信信号 S 6 A ~ S 6 N に重み係数 S 9 A ~ S 9 N を掛け合わせた後、加算器 11 に出力する。加算器 11 は受信信号 S 6 A ~ S 6 N を合成して受信信号 S 11 を生成することにより、送受信用アンテナ素子 4 A ~ 4 N 全体の受信指向性を制御する。

【0030】かくして受信用アダプティブアレー処理部 8 A ~ 8 M は、それぞれ対応する移動局 3 から送信されたアップリンク波 S<sub>up</sub>を、他のアップリンク波 S<sub>up</sub>から空間的に分離して受信する。

【0031】信号処理部 12 は、各受信用アダプティブアレー処理部 8 A ~ 8 M から出力された受信信号 S 11 を入力し、それぞれについて誤り訂正、復号等の各種処理を施した後、後段の回路に出力する。

【0032】また、信号処理部 12 は、前段の回路から入力された送信信号 S 7 に対して誤り訂正や符号化等の各種処理を施した後、M 個の同一構成でなる送信用アダプティブアレー処理部 (図示せず) に供給する。

【0033】各送信用アダプティブアレー処理部は、それぞれ送信信号 S 7 を N 系統の送信信号に分離した後対応する送信用アダプティブアレー処理部 8 A ~ 8 M で算出した重み係数 S 9 A ~ S 9 N を掛け合わせ、送信信号 S 7 A ~ S 7 N として、対応する送信用フロントエンド部 7 A ~ 7 N に供給する。

【0034】送信用フロントエンド部 7 A ~ 7 N は、それぞれ送信信号 S 7 A ~ S 7 N に対してアナログ変換、変調、周波数変換及び増幅処理を施し、対応する送受信用アンテナ素子 4 A ~ 4 N を介してダウンリンク波 S<sub>down</sub>として送信する。

【0035】かくして送信用アダプティブアレー処理部 13 A ~ 13 M は、それぞれ対応する移動局 3 に対してアップリンク波 S<sub>up</sub>を空間的に分離して送信する。

【0036】かかる構成に加えてこの基地局 2 においては、上述したキャリアセンス波 S<sub>cs</sub>を送信するための、第 2 の無線波送信手段としてのキャリアセンス波用アダプティブアレー処理部 15 及びキャリアセンス波用アンテナ素子 21 A ~ 21 N を有している。

【0037】キャリアセンス波用アダプティブアレー処理部 15 の到来方向推定部 16 は、各移動局 3 から送信されたアップリンク波 S<sub>up</sub>それぞれの到来方向 (すなわち送信中の各移動局 3 の方向) を受信信号 S 8 A ~ S 8 N に基づいて算出し、到来方向情報 S 18 として送信用重み係数算出部 17 に供給する。

【0038】送信用重み係数算出部 17 は、到来方向情報 S 18 で示された複数の到来方向それぞれに対して鋭い指向性が生じるように重み係数 S 17 A ~ S 17 N を算出し、それぞれを対応する重み係数乗算器 19 A ~ 19 N に供給する。

【0039】ここで、

$$k: 2\pi/\lambda$$

d: アンテナ素子間隔

N: アンテナ素子数

とすると、ある方向  $\theta$  (1) に指向性を向けるための重み係数は次式で表される。

【0040】

【数 1】

$$W(\theta(1)) =$$

$$[1, \exp(j \cdot k \cdot d \cdot \sin \theta(1)), \exp(j \cdot k \cdot 2d \cdot \sin \theta(2)),$$

$$\dots, \exp(j \cdot k \cdot (N-1) \cdot d \cdot \sin \theta(1)) \dots \quad (1)$$

【0041】そして、複数の方向に指向性を向けるための重み係数は、その方向を $\theta(1)$ 、 $\theta(2)$ 、 $\theta(3)$ とすると次式で表される。

$$W = W(\theta(1)) + W(\theta(2)) + W(\theta(3)) \dots \quad (2)$$

【0043】送信用重み係数算出部17はこの(2)式に基づいて、複数の到来方向に対して鋭い指向性が生じるように、重み係数 $S17A \sim S17N$ を算出する。

【0044】一方、キャリアセンス波用アダプティブアレー処理部15の分配器18は、信号生成部(図示せず)から供給される正弦波でなるキャリアセンス波用信号 $S15$ をN系統の送信信号 $S15A \sim S15N$ に分離し、それぞれを対応する重み係数乗算器19A $\sim$ 19Nに供給する。

【0045】そして重み係数乗算器19A $\sim$ 19Nは、それぞれ送信信号 $S15A \sim S15N$ に重み係数 $S17A \sim S17N$ を掛け合わせた後、対応するキャリアセンス波用フロントエンド部20A $\sim$ 20Nに供給する。

【0046】キャリアセンス波用フロントエンド部20A $\sim$ 20Nは、それぞれ送信信号 $S15A \sim S15N$ に対してアナログ変換、変調、周波数変換及び増幅処理を施し、対応するキャリアセンス波用アンテナ素子21A $\sim$ 21Nを介してキャリアセンス波 $Scs$ として送信する。

【0047】かくして基地局2は、アップリンク波 $S_{up}$ の到来方向に向けてキャリアセンス波 $Scs$ を送信する。

【0048】(3) 移動局の構成

次に、移動局3の構成を図2を用いて説明する。

【0049】図3は本発明による移動局3を示し、送受信用アンテナ素子30にアンテナ共用器31を介して、受信用フロントエンド部32及び送信用フロントエンド部33がそれぞれ接続されている。

【0050】受信用フロントエンド部32は、送受信用アンテナ素子30を介して受信したダウンリンク波 $S_{down}$ 及びキャリアセンス波 $Scs$ を増幅、周波数変換及び復調した後デジタル変換して受信信号 $S32$ を生成し、第2の無線波受信手段としての信号処理部35に供給する。

【0051】信号処理部35は受信信号 $S32$ に対してFFT(Fast Fourier Transform)処理等の周波数分析を施すことにより、ダウンリンク波 $S_{down}$ の成分とキャリアセンス波 $Scs$ の成分とを分離する。

【0052】そして信号処理部35は、分離したダウンリンク波 $S_{down}$ の成分に対して誤り訂正、復号等の各種処理を施すことによりダウンリンク受信信号 $S35$ を生

\*【0042】  
【数2】

成し、これを後段の回路に出力する。また信号処理部35は、分離したキャリアセンス波 $Scs$ の受信電力情報を制御部34に供給する。

【0053】さらに第1の無線波送信手段としての信号処理部35は、前段の回路から入力された送信信号 $S36$ に対して誤り訂正や符号化等の各種処理を施した後、送信用フロントエンド部33に供給する。送信用フロントエンド部33は、それぞれ送信信号 $S36$ に対してアナログ変換、変調、周波数変換及び増幅処理を施し、送

20 受信用アンテナ素子30を介してアップリンク波 $S_{up}$ として送信する。

【0054】ここで送信制御手段としての制御部34は、内蔵するROM(Read Only Memory)に格納された送信制御プログラムに従い、アップリンク波 $S_{up}$ の送信に先立ってキャリアセンス波 $Scs$ に対するキャリアセンスを実行する。

【0055】すなわち移動局3の制御部34は、キャリアセンス波 $Scs$ の受信電力レベルと所定の受信電力基準値とを比較し、キャリアセンス波 $Scs$ の受信電力レベルが受信電力基準値未満の場合、当該移動局3の方向に向けてキャリアセンス波 $Scs$ を送信させておらず、基地局2からみた当該移動局3の方向には送信中の他の移動局3が存在していないものと判断し、信号処理部35を制御してアップリンク波 $S_{up}$ を送信させる。

【0056】これに対して移動局3の制御部34は、キャリアセンス波 $Scs$ の受信電力レベルが受信電力基準値以上の場合、当該移動局3の方向に向けてキャリアセンス波 $Scs$ を送信されており、基地局2からみた当該移動局3の方向に、送信中の他の移動局3が存在しているものと判断し、信号処理部35を制御してアップリンク波 $S_{up}$ の送信を停止させる。

【0057】(4) 無線通信システムにおけるキャリアセンス動作

次に、本発明の無線通信システム1におけるキャリアセンス動作を、再度図1を用いて具体的に説明する。

【0058】無線通信システム1において、ある移動局3Aがアップリンク波 $S_{up}$ の送信を開始しようとした場合、当該移動局3Aは図4に示すキャリアセンス期間の間、キャリアセンス波 $Scs$ に対してキャリアセンスを行

【0059】そしてキャリアセンスの結果、当該移動局3Aの方向に向けてキャリアセンス波Scsが送信されないとい判断した場合、移動局3Aは図4に示すバケット構成のアップリンク波Supを無指向性で送信する。

【0060】基地局2は移動局3Aからのアップリンク波Supを受信すると、送受信用アンテナ素子4A~4Nの合成指向性を当該移動局3Aの方向に向けるとともに、所定の特機期間D1の経過後、キャリアセンス用アンテナ素子21A~21Nから当該移動局3Aの方向に向けてキャリアセンス波Scsを送信する。

【0061】この状態において、基地局2から見た移動局3Aとの方向差が小さい移動局3Bは、キャリアセンス波Scsの受信電力レベルが高いことから送信不可状態にあるのに対し、移動局3Aとの方向差が大きい移動局3C~3Nは、キャリアセンス波Scsの受信電力レベルが低いことから送信可能状態にある。

【0062】そして、送信可能状態にある移動局3Nがアップリンク波Supを送信すると、基地局2はこれに応じて移動局3A及び3Nの2方向に向けてキャリアセンス波Scsを送信する。

【0063】そして基地局2は、アップリンク波Supの受信が停止すると、待機時間D2の経過後キャリアセンス波Scsの送信を停止する。

【0064】(5)動作及び効果

以上の構成において、無線通信システム1の移動局3は、アップリンク波Supの送信に先立ってキャリアセンス波Scsに対するキャリアセンスを行う。

【0065】移動局3は、キャリアセンス波Scsの受信電力レベルが受信電力基準値未満の場合、基地局2から当該移動局3の方向に向けてキャリアセンス波Scsが送信されておらず、基地局2から見た移動局3の方向には送信中の他の移動局4が存在していないものとして、アップリンク波Supの送信を開始する。

【0066】そして基地局2はアップリンク波Supを受信すると、当該アップリンク波Supの到来方向に向けて鋭い指向性でキャリアセンス波Scsを送信する。

【0067】これに対して移動局3は、キャリアセンス波Scsの受信電力レベルが受信電力基準値以上の場合、基地局2から当該移動局3の方向に向けてキャリアセンス波Scsが送信されており、基地局2から見た移動局3の方向に、送信中の他の移動局3が存在しているものとして、アップリンク波Supの送信を中止する。

【0068】以上の構成によれば、基地局2がアップリンク波Supの到来方向に向けてキャリアセンス波Scsを送信するようにしたとともに、移動局3が当該キャリアセンス波Scsに対してキャリアセンスを行い、キャリアセンス波Scsの受信電力が所定値未満の場合アップリンク波Supを送信し、受信電力が所定値以上の場合アップリンク波Supの送信を中止するようにしたことにより、基地局2から見た方向差が小さく信号分離できない移動

局3同士の間で同時送信を防止するとともに、基地局2から見た方向差が大きい移動局3同士についてはPDDMA方式による空間分離多重を行うことができる。

【0069】(6)他の実施形態

なお上述の実施の形態においては、アダプティブアンテナを用いてダウンリンク波Sdown及びキャリアセンス波Scsの送信、並びにアップリンク波Supを受信するようにしたが、本発明はこれに限らず、例えば指向性を有するアンテナ素子を複数組み合わせて構成されたセクタアンテナを用いるようにしても良い。この場合でも、アップリンク波Supの到来方向に指向性に向けてキャリアセンス波Scsを送信することか、上述した実施例と同様の効果を得ることができる。

【0070】さらに上述の実施の形態においては、移動局3の制御部34が内蔵するROMに格納された送信制御プログラムに従ってキャリアセンスを行いアップリンク波Supの送信制御を実行するようにしたが、本発明はこれに限らず、送信制御プログラムを格納されたプログラム格納媒体を移動局3にインストールすることにより上述の送信制御を実行するようにしてもよい。

【0071】上述した送信制御プログラムを移動局3にインストールするためのプログラム格納媒体としては、例えばフロッピー（登録商標）ディスク、CD-ROM（Compact Disc-Read Only Memory）、DVD（Digital Versatile Disc）等のパッケージメディアのみならず、送信制御プログラムが一時的もしくは永続的に格納される半導体メモリや磁気ディスク等で実現してもよい。

【0072】

【発明の効果】上述のように本発明によれば、基地局が第1の無線波の到来方向に向けて第2の無線波を送信するとともに、移動局が当該第2の無線波に対してキャリアセンスを行い、第2の無線波を受信していないときのみ第1の無線波を送信するようにしたことにより、基地局からの方向差が小さく信号分離できない移動局同士の同時送信を防止するとともに、基地局からの方向差が大きい移動局同士については空間分割多重を行い、これにより無線通信システムの周波数利用効率を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による無線通信システムの全体構成を示す略図である。

【図2】本発明による基地局の構成を示すブロック図である。

【図3】本発明による移動局の構成を示すブロック図である。

【図4】キャリアセンス波の送信タイミングを示す略図である。

【符号の説明】

1……無線通信システム、2……基地局、3……移動

局、4A~4N……受信信用アンテナ素子、5A~5N……アンテナ共用器、6A~6N……受信用フロントエンド部、7A~7N送信用フロントエンド部、8A~8M……受信用アダプティブアレー処理部、9……受信用重み係数算出部、10A~10N……重み係数乗算器、11……加算器、12……信号処理部、15……キャリアセンス波用アダプティブアレー処理部、16……到来方向推定部、17……送信用重み係数算出部、18\*

【図1】

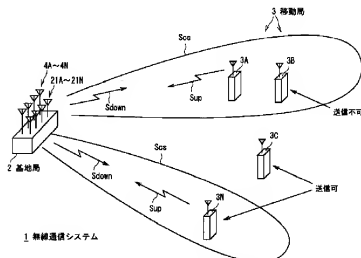


図1 本発明による無線通信システム

\*……分配器、19A~19N……重み係数乗算器、19A~19N、20A~20N……キャリアセンス波用フロントエンド部、21A~21N……キャリアセンス波用アンテナ素子、30……送信信用アンテナ素子、31……アンテナ共用器、32……受信用フロントエンド部、33……送信用フロントエンド部、34……制御部、35……信号処理部35。

【図3】

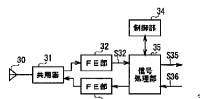


図3 本発明による移動局

【図4】

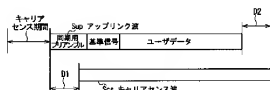


図4 キャリアセンス波の送信タイミング

図2 本発明による基地局